

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-258704

(43)Date of publication of application : 22.09.2000

(51)Int.Cl.

G02B 26/08

(21)Application number : 11-058297

(71)Applicant : JAPAN AVIATION ELECTRONICS  
INDUSTRY LTD

(22)Date of filing : 05.03.1999

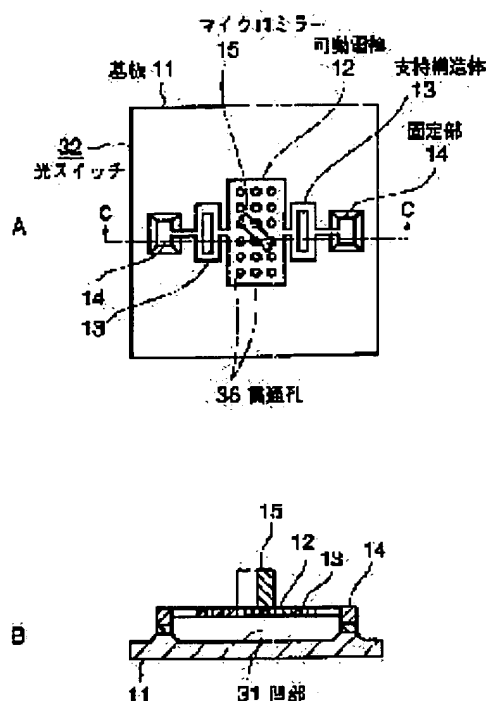
(72)Inventor : KATO YOSHICHIKA

## (54) OPTICAL SWITCH AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-sized and precise optical switch.

SOLUTION: The optical switch 32 is constituted so that a micro-mirror 15 is loaded on a movable electrode 12 placed parallel to its substrate surface on a substrate 11 and made deformable in the direction vertical to the substrate surface, and the substrate 11 is constituted of the conductive material, and a recess 31 is formed on the substrate surface by etching processing, and the bottom surface of the recess 31 is made a fixed electrode surface parallel/ opposite to the movable electrode 12. By the much that the frame shape area of the substrate becomes useless, it is miniaturized compared with the thing on which a separate substrate constituting the fixed electrode to each other is laminated, and since the fixed electrode surface isn't positioned by adhesion in such a manner, excellent positional precision is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-258704  
(P2000-258704A)

(43) 公開日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 26/08

識別記号

F I

G 0 2 B 26/08

テマコード\* (参考)

E 2 H 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-58297

(22) 出願日 平成11年3月5日 (1999.3.5)

(71) 出願人 000231073

日本航空電子工業株式会社

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号

(72) 発明者 加藤 嘉睦

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号 日本

航空電子工業株式会社内

(74) 代理人 100066153

弁理士 草野 卓 (外1名)

Fターム(参考) 2H041 AA15 AB14 AC06 AZ01 AZ08

(54) 【発明の名称】 光スイッチ及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 小型かつ高精度の光スイッチを提供する。

【解決手段】 基板11上に、その基板表面と平行に位置され、かつその基板表面に対して垂直方向に変位可能とされた可動電極12上にマイクロミラー15が搭載されてなる光スイッチにおいて、基板11を導電材によって構成し、その基板表面にエッチング加工により凹部31を形成し、その凹部31の底面を可動電極12と平行対向する固定電極面とする。従来の基板に貫通孔を形成し、固定電極を構成する別基板を貼り合わせるものに比し、基板の枠状領域が不要となる分、小型化でき、かつそのように接着により固定電極面を位置決めするものではないため、良好な位置精度を得ることができる。

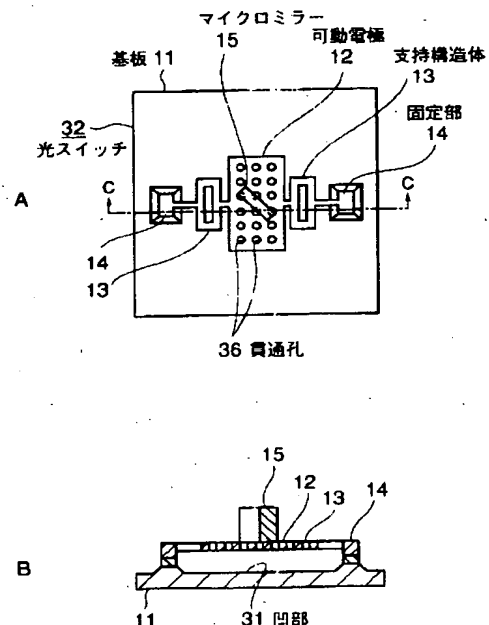


図 1

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に、その基板表面と平行に位置され、かつその基板表面に対して垂直方向に変位可能とされた可動電極上にマイクロミラーが搭載され、上記可動電極を駆動して上記マイクロミラーを変位させることにより入射する光ビームの光路切り換えが行われる光スイッチにおいて、上記基板が導電材よりなり、その基板表面にエッチング加工により凹部が形成

され、その凹部の底面が上記可動電極と平行対向する固定電極面とされていることを特徴とする光スイッチ。

【請求項 2】 請求項 1 記載の光スイッチにおいて、上記基板がシリコン基板とされ、上記可動電極が多結晶シリコン膜によって形成されていることを特徴とする光スイッチ。

【請求項 3】 導電性基板の表面に形成された凹部の底面が固定電極面とされ、その固定電極面と平行対向する可動電極が上記導電性基板上に固定部及び支持構造体を介して配置され、上記可動電極が駆動されて上記固定電極面と垂直方向に変位することにより、上記可動電極上に搭載されたマイクロミラーが変位して入射する光ビームの光路切り換えが行われる構造とされた光スイッチの製造方法であって、

上記導電性基板をシリコン基板とし、そのシリコン基板の表面に多結晶シリコン膜を設け、上記可動電極、支持構造体及び固定部を  $\text{SiO}_2$  被膜で保護した後、上記多結晶シリコン膜をエッチング液侵入路として、 $\text{KOH}$  溶液により上記シリコン基板を上記可動電極側からエッチングすることにより上記凹部を形成することを特徴とする光スイッチの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は例えば光通信システム等において用いられる光スイッチの構造及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 この種の光スイッチの従来構造の一例を図 4 に示す。基板 11 上に、その基板表面と平行に可動電極 12 が配置される。可動電極 12 はこの例では矩形状とされてその対向 2 辺が図に示したように枠状をなす支持構造体 13 に連結支持された構造とされており、各支持構造体 13 の他端はそれぞれ固定部 14 に連結され、固定部 14 が基板 11 上に設置された構造となっている。

【0003】 可動電極 12 は可撓性を有する支持構造体 13 によって支持されることにより、基板表面に対して垂直方向に変位可能とされており、この可動電極 12 上にマイクロミラー 15 が搭載される。一方、基板 11 の、可動電極 12 及び支持構造体 13 と対向する部分には貫通孔 16 が図に示したように方形状に開口するように形成されており、この貫通孔 16 に固定電極を構成す

2

る導電性基板 17 が配設される。

【0004】 導電性基板 17 は貫通孔 16 に合致する形状に加工されており、基板 11 の裏面から貼り合わされて基板 11 と一体化される。貫通孔 16 内に位置する導電性基板 17 の上面、即ち固定電極面は基板 11 の表面より所定量下がった位置に位置され、これにより可動電極 12 の所要の変位量が確保できる構造となっている。

【0005】 上記のような構造とされた光スイッチ 18 においては、静電吸引力により可動電極 12 を駆動して基板表面と垂直方向に変位させ、これにより可動電極 12 上に直立しているマイクロミラー 15 を基板表面と垂直方向に変位させることにより、基板表面と平行方向から入射する光ビームの光路を切り換えることができるものとなっている。

【0006】 図 4 A 中、21a～21c は例えばこの光スイッチ 18 の周囲に配置される光ファイバを示し、22 は光スイッチ 18 に入射される入射光、23a、23b は出射光を示す。光路にマイクロミラー 15 が挿入された時は入射光 22 はマイクロミラー 15 によって反射され、その出射光 23a が光ファイバ 21b に入射される。一方、光路にマイクロミラー 15 が挿入されない時は入射光 22 はそのまま進行して出射光 23b となり、光ファイバ 21c に入射されることになる。

【0007】 図 5 はこの図 4 に示した光スイッチ 18 の製造方法を工程順に示したものであり、以下各工程について説明する。

(1) 基板 11 を準備する。基板 11 として、この例ではシリコン基板が用いられる。

(2) 基板 11 上に  $\text{SiO}_2$  保護膜 24 を成膜する。

30 【0008】 (3) 固定部 14 を形成する部分の保護膜 24 を除去する。

(4) 可動電極 12 等の可動体を構成する材料として、多結晶シリコン膜 25 を成膜する。

(5) 多結晶シリコン膜 25 をエッチング加工して、可動電極 12、支持構造体 13 及び固定部 14 を形成する。

【0009】 (6)  $\text{SiO}_2$  保護膜 26 を表裏全面に成膜する。

40 (7) 基板 11 裏面の、可動電極 12 及び支持構造体 13 に対応する位置の保護膜 26 を除去する。

(8) 基板 11 を  $\text{KOH}$  溶液によりエッチングし、貫通孔 16 を形成する。

(9) 保護膜 24、26 を除去する。

【0010】 (10) 所要の加工を施した固定電極を構成する導電性基板 17 を基板 11 の裏面から貼り合わせる。この導電性基板 17 もこの例ではシリコン基板とされる。

以下、図には示していないが、可動電極 12 上にマイクロミラー 15 を設置して、光スイッチ 18 が完成する。

50 【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のように基板 11 裏面からエッチングにより貫通孔 16 を形成し、導電性基板 17 を基板 11 裏面から貼り合わせるという構造では、基板 11 は棒状となるため、その強度及び接着面積等を考慮すると、所要の棒幅を確保する必要があることから、図 4 A 中に破線 18 a で囲んだ素子領域に対し、光スイッチ 18 全体が大型となり、特に基板 11 としてシリコン基板を使用し、その異方性エッチングにより貫通孔 16 を形成する場合には、貫通孔 16 の基板 11 裏面における開口領域が大きくなることから、より大型となり、この点で光スイッチの小型化が制限されるものとなっていた。

【0012】また、このような貼り合わせによるため、作製精度の低下はまぬがれえず、導電性基板 17 の上面位置、つまり固定電極面の位置の精度は良好とは言えないものとなっていた。さらに、一連の成膜及びエッチング工程とは別に、貼り合わせ工程（接着工程）を必要とすることから、工程が複雑であり、その点で製造に手間がかかるものとなっていた。

【0013】この発明の目的は、これら従来の問題点を鑑み、小型化を図ることができ、かつ精度良く、簡易に製造することができる光スイッチの構造及びその製造方法を提供することにある。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明によれば、基板上に、その基板表面と平行に位置され、かつその基板表面に対して垂直方向に変位可能とされた可動電極上にマイクロミラーが搭載され、可動電極を駆動してマイクロミラーを変位させることにより入射する光ビームの光路切り換えが行われる光スイッチにおいて、上記基板が導電材よりなり、その基板表面にエッチング加工により凹部が形成され、その凹部の底面が可動電極と平行対向する固定電極面とされる。

【0015】請求項 2 の発明では請求項 1 の発明において、上記基板がシリコン基板とされ、可動電極が多結晶シリコン膜によって形成される。請求項 3 の発明は、導電性基板の表面に形成された凹部の底面が固定電極面とされ、その固定電極面と平行対向する可動電極が導電性基板上に固定部及び支持構造体を介して配置され、可動電極が駆動されて固定電極面と垂直方向に変位することにより、可動電極上に搭載されたマイクロミラーが変位して入射する光ビームの光路切り換えが行われる構造とされた光スイッチの製造方法であって、導電性基板をシリコン基板とし、そのシリコン基板の表面に多結晶シリコン膜を設け、可動電極、支持構造体及び固定部を  $\text{SiO}_2$  被膜で保護した後、上記多結晶シリコン膜をエッチング液侵入路として、 $\text{KOH}$  溶液によりシリコン基板を可動電極側からエッチングすることにより上記凹部を形成する。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】この発明の実施の形態を図面を参照して実施例により説明する。図 1 はこの発明による光スイッチの一実施例を示したものであり、図 4 と対応する部分には同一符号を付してある。この例では基板 11 が導電材によって構成され、この基板 11 の表面にエッチング加工により凹部 31 が形成されて、この凹部 31 の底面が可動電極 12 と平行対向する固定電極面を構成するものとされ、即ち基板 11 自体が固定電極をなすものとされる。

10 【0017】図 2 はこの図 1 に示した光スイッチ 32 の製造方法を工程順に示したものであり、図 2 を参照して光スイッチ 32 の製造方法を説明する。

(1) 導電材よりなる基板 11 を準備する。この基板 11 にはシリコン基板が用いられる。

(2) 基板 11 上に多結晶シリコン膜 33 を成膜する。

【0018】(3)  $\text{SiO}_2$  保護膜 34 を成膜する。

(4) 固定部 14 を形成する部分の保護膜 34 を除去する。

(5) 多結晶シリコン膜 35 を成膜する。

20 (6) 多結晶シリコン膜 35 をエッチング加工して、可動電極 12、支持構造体 13 及び固定部 14 を形成する。なお、この際、可動電極 12 には複数の貫通孔 36 を図 1 A に示したようにマトリクス状に設ける。

【0019】(7)  $\text{SiO}_2$  保護膜 37 を表裏全面に成膜する。

(8) 表側（可動電極 12 側）の  $\text{SiO}_2$  保護膜 34、37 をパターニングし、可動電極 12 の各貫通孔 36 に対応する部分に基板 11 上の多結晶シリコン膜 33 に至る貫通孔 38 を形成する。また、可動電極 12 及び支持構造体 13 の外形に対し、保護膜 34、37 の外形（大きさ）がわずかに大となるようにパターニングし、固定部 14 の外形に対しては所要量大きくなるようにパターニングする。

30 【0020】(9)  $\text{KOH}$  溶液により、基板 11 をエッチングする。 $\text{KOH}$  溶液は各貫通孔 38 を通って多結晶シリコン膜 33 に達し、等方性のエッチング性を有するこの多結晶シリコン膜 33 がエッチング液（ $\text{KOH}$  溶液）の侵入路として機能することにより、基板 11 が露出され、異方性エッチングされて凹部 31 が形成される。なお、固定部 14 の下に位置する多結晶シリコン膜 33 は上記したように、所要量大きな保護膜 34、37 が存在しているため、エッチングされずに残る。

【0021】(10) 保護膜 34、37 を除去する。

以下、図には示していないが、可動電極 12 上にマイクロミラー 15 を設置して、光スイッチ 32 が完成する。

【0022】上記のような製造方法を採用することにより、可動電極 12、支持構造体 13 等を成膜形成した後、それらが形成された側から基板 11 をエッチング加工して、可動電極 12 の変位を可能とする所要の深さを有する凹部 31 を形成することができ、かつその凹部 3

1の底面が固定電極面となる。従って、従来の光スイッチ18の製造方法において必要であった貼り合わせ工程は不要となり、その分精度良く、かつ簡易に製造できるものとなる。

【0023】また、従来のように基板11に貫通孔16を設ける必要はなく、つまり基板11が枠状をなすものではないため、従来枠幅を確保すべく必要とした領域は不要となり、その分小型な光スイッチ32を得ることができる。図3は2×2マトリクス光スイッチを構成した場合の、従来のものと本発明によるものとの大きさを比較した概念図である。

【0024】図3Aに示した従来のものでは、例えば400μm厚の基板11で異方性エッチングにより貫通孔16を形成した場合、基板表面において1mm□の貫通孔16を形成するためには、基板裏面に約1.6mm□のエッチング窓16aを形成しなければならず、枠状をなす基板11の強度、接着面積等から、最低でも幅W<sub>1</sub>、W<sub>2</sub>が1mm程度必要となり、図から明らかなようにこの枠部分の面積ロスが極めて大きいものとなる。

【0025】これに対し、図3Bに示した本発明による光スイッチ構造では上述のような枠部分を必要とせず、隣接するスイッチ素子間の距離を非常に短く（例えば10μm以下）することができ、この点で小型化に極めて適した構造となっている。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1の発明によれば、図4に示した従来の光スイッチ18のように基

板11の枠状領域をスイッチ素子領域の周囲に設ける必要がないため、光スイッチを大幅に小型化することができる。さらに、小型化により光路をより短くすることができるため、その点で光学的な性能の向上を図ることができる。

【0027】また、従来の光スイッチ18のような貼り合わせ構造を用いるものではないため、例えば貼り合わせによる固定電極面の位置精度の低下あるいは接着時の応力の影響といった問題を解消することができ、さらに貼り合わせを必要としない分、製造工程を簡易化することができる。なお、請求項3の発明によれば基板11の表面、つまり可動電極12等と対向する側に固定電極面を構成し、かつ可動電極12の所要の変位を可能とする凹部31を簡易かつ良好に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】Aは請求項1の発明の一実施例を示す平面図、BはそのCC断面図。

【図2】請求項3の発明の実施例を説明するための製造工程図。

【図3】2×2マトリクス光スイッチを構成した場合の従来のものと本発明によるものとの大きさを比較するための図。

【図4】Aは従来の光スイッチを示す平面図、Bはその断面図。

【図5】図4の光スイッチの製造方法を説明するための製造工程図。

【図 1】

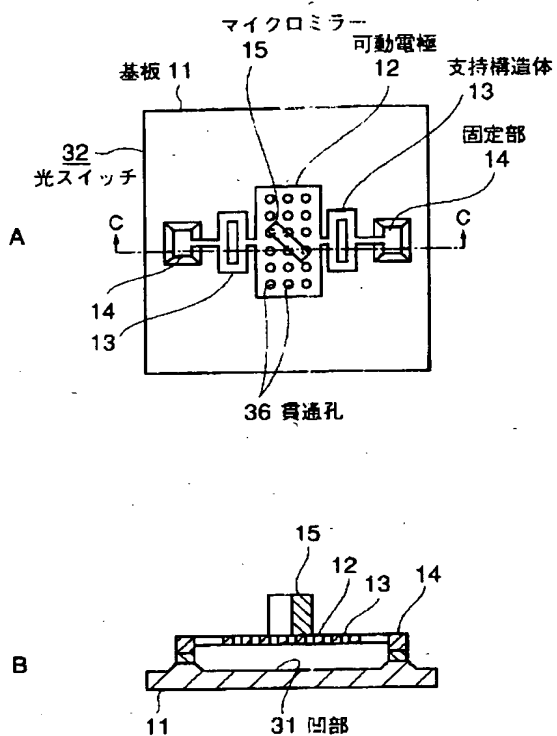


図 1

【図 2】

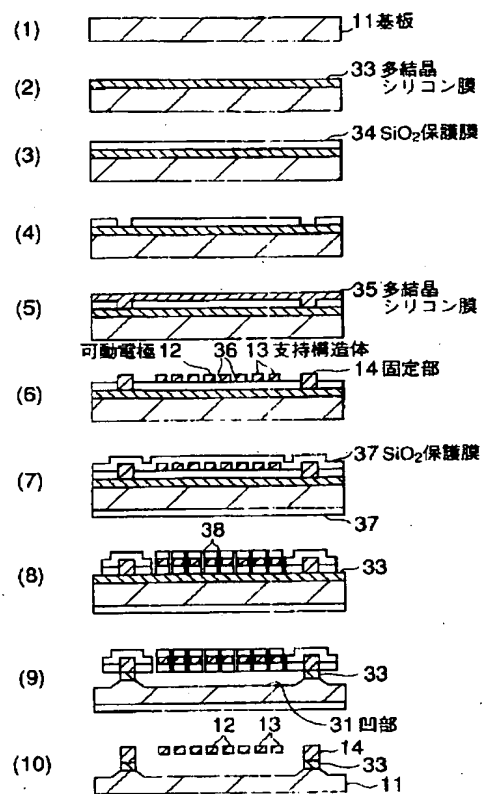


図 2

【図3】

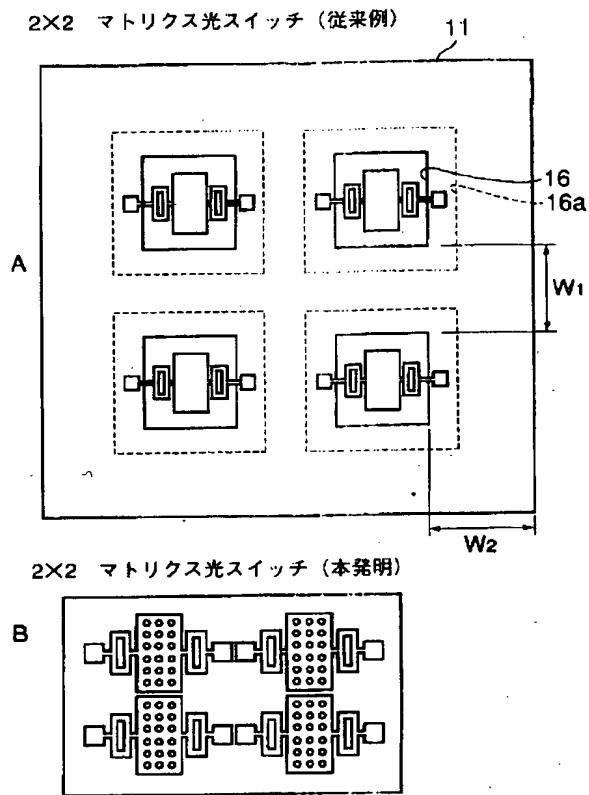


図 3

【図4】

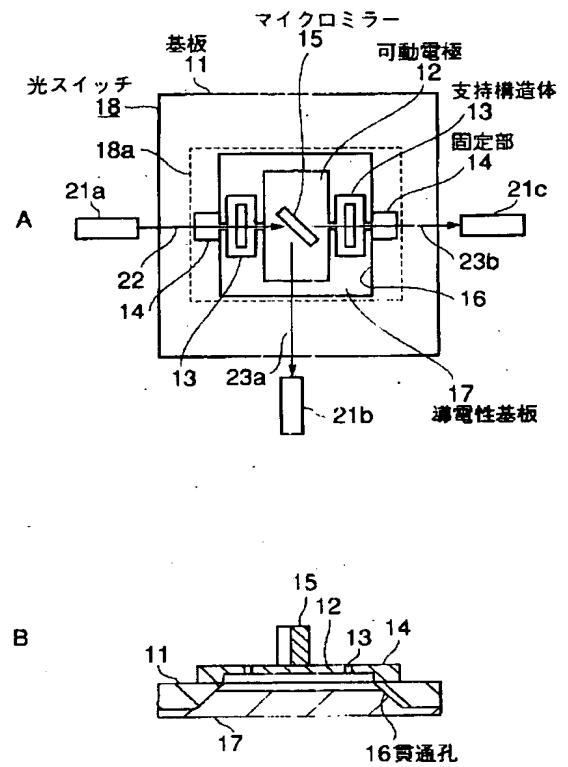


図 4



【図 5】

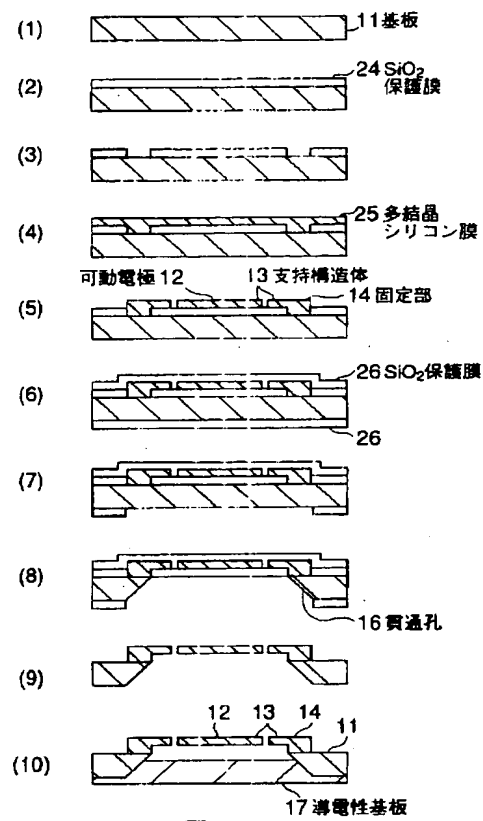


図 5